الكيمياء

للسادس التطبيقي

الفصل الثاني
الأتزان الكيميائي



إعداد الأستاذ

حيذر يحيى علوان




رحلة التفوق
في
السادس
الاتزان الكيميائي
الفصل
الثاني
2
الفرع
التطبيقي
كيمياء السادس العلمي
اعداد المدرس
حيدر يحيى علوان
تصميم وتنضيد الطباعة الاستاذ مهند يحيى علوان م :-(٠٧٧٠٧٣١٩٣٧٧)

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

انطلاقا من قول المصطفى (ص): ((زكاة العلم نشرهُ وتعليمهُ))

تضع شبكة مواقع رحلة التفوق في السادس التعليمية التربوية الخيرية بين ايديكم احدى اعمالها من ملازم مرحلة السادس الأعدادي هذه المرحلة الهامة والمصيرية في حياة اعزائنا الطلبة وخاصة المتعففين منهم ولمن يتعذر عليه اقتناء هذه المساعدات المدرسية في محافظاتنا العراقية العزيزة بهدف النهوض وتطوير الواقع التعليمي ولو بالجزء اليسير.

إذ أن شبكتنا لاتقتصر على نشر الملازم المدرسية فقط أنما تقوم بنشر الدروس المرئية المجانية لأكفأ التدريسيين بالأضافة الى مجموعة قنواتنا التدريسية وكذلك الأرشادات والنصائح وطرق الدراسة الصحيحة هذا من جهة. أما من جهة أخرى فهو كسر لشوكة بعض المحسوبين على الكادر التدريسي ممن يرفضون نشر ملازمهم والتعاون مع ابنائهم الطلبة ليأخذوا من المال هدفا أهم ويتناسوا مصلحة الطالب والواقع التعليمي المتدني.

علماً ان كادر الشبكة والقائمين عليها هم مجموعة من الشباب العراقي الواعي المثقف بالأضافة الى تعاون بعض المدرسين الكرام كما واننا غير تابعين لأي جهة كانت رسمية او غير رسمية انما سر تجمعنا وعملنا هو خيري بحت آملين من الله عز وجل ان يوفقنا لتقديم كل ما هو صالح لشعبنا و وطننا الحبيب.

كادر شبكة رحلة التفوق في السادس

٢٠١٥/٨/٢١



فهرست الفصل الثاني

اعداد مدرس الكيمياء الأستاذ حيدر يحيى علوان

نصيب الفصل الثاني في الامتحانات الوزارية للسنوات السابقة

1-للعام الدراسي 2012 -2013 الدور الأول

نوع السؤال	الدرجة
مسئلة من أسئلة الفصل (2 –11)	10 درجات
تعريف التفاعلات غير الانعكاسية	5 درجات
سؤال يخص العوامل المؤثرة على الاتزان	5 درجات
المجموع	20 درجة

مجموع الدرجات = 155 درجة الفصل % = $\frac{20}{155} \times 100 \simeq 13\%$

2-للعام الدراسي 2013 -2014 الدور الأول

نوع السؤال	الدرجة
املاء الفراغات يخص ثابت الاتزان	5 درجة
مسئلة من أسئلة الفصل (2 –27)	10 درجات
سؤال يخص العوامل المؤثرة قاعدة لو شاتليه	5 درجات
المجموع	20 درجة

مجموع الدرجات = 142 درجة الفصل % = $\frac{20}{142} \times 100 \simeq 14\%$

3-للعام الدراسي 2014 -2015 الدور الأول

نوع السؤال	الدرجة
سؤال علل ((في التفاعل المتزن ....))	5 درجة
املاء الفراغات التالية يخص إيجاد ثابت الاتزان	5 درجة
مسئلة تمرين (2 – 14)	10 درجات
المجموع	20 درجة

مجموع الدرجات = 145 درجة الفصل % = $\frac{20}{145} \times 100 = 13.8\%$

الاتزان الكيميائي (Chemical Equilibrium)

الاتزان الكيميائي :- هو عبارة عن توازن يحصل بين مواد داخلة بالتفاعل وأخرى جديدة ناتجة منه بحيث تكون سرعة التفاعل بالاتجاه الأمامي مساوية للسرعة بالاتجاه الخلفي او هو حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) تصل اليها اغلب التفاعلات الانعكاسية عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية ما لم يحدث أي تغيير على الظروف التي يتم عندها التفاعل ، لذا يبدو التفاعل في تلك اللحظة قد توقف

والتفاعلات على نوعين :-

أ ـ التفاعلات الغير انعكاسية :-

هي التفاعلات التي يتم فيها عند ظروف معينة استهلاك تام لأحد أو جميع المواد المتفاعلة ولا تكون للمواد الناتجة عند ظروف التفاعل نفسها القدرة على إن تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها ، كما في التفاعل :-

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

ب ـ التفاعلات انعكاسية :-

هي التفاعلات التي تجري باتجاهين متعاكسين $\rightleftharpoons$ والتي يتم فيها تحول المواد المتفاعلة الى نواتج في بداية التفاعل ويكون للمواد الناتجة المقدرة على ان تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد التي تكونت منها مرة أخرى ، كما في التفاعل ادناه

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O\boxed{H} + CH_3-CH_2-\boxed{OH} \rightleftharpoons CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2-CH_3 + H_2O$$

حامض الخليك　　ايثانول　　استر　　ماء

التفاعلات الانعكاسية وحالة الاتزان

التفاعلات الانعكاسية هي تفاعلات تستمر باتجاهين متعاكسين مثل تفاعل غازي النتروجين والهيدروجين لتكوين جزئية الامونيا

$$N_2 + 3H_2 \underset{R_b}{\overset{R_f}{\rightleftharpoons}} 2NH_3$$

حيث أن

R_f (forward) سرعة التفاعل الأمامي

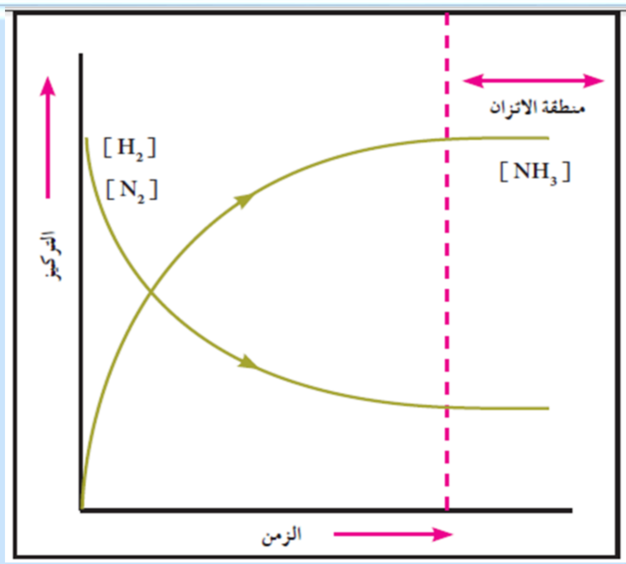
R_b (backward) سرعة التفاعل الخلفي

ويصل التفاعل إلى حالة الاتزان عندما تتساوى السرعتين الأمامي والخلفي $(R_f = R_b)$ فيصل التفاعل الى حالة تدعى بحالة الاتزان الكيميائي

ثابت السرعة الأمامي

$$N_2 + 3H_2 \underset{K_b}{\overset{K_f}{\rightleftharpoons}} 2NH_3$$

ثابت السرعة الخلفي



وصول التفاعل إلى حالة الاتزان بعد مرور فترة زمنية

تظهر التفاعلات التي تصل إلى حالة الاتزان وكأنها قد توقفت لكنها في الحقيقة مستمرة وتجري في كلا الاتجاهين لان ..... حالة الاتزان الكيميائي هي حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليس حالة اتزان استاتيكي(ساكن) أي أن التفاعل مستمر وبكل الاتجاهين الأمامي والخلفي بالمقدرة والسرعة ذاتها . وبعبارة أخرى لهذا التفاعل يكون معدل سرعة التفكك تساوي سرعة التكوين وتكون تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة عند حالة الاتزان ثابتة دون تغيير ما لم يحدث أي تغيير على الظروف التي يتم عندها التفاعل... كما موضح في الشكل أعـــــلاه

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة والغير متجانسة

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة Reversible nom genous reaetions

هي التفاعلات التي يكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في طور واحد وتجري في نظام مغلق حيث ان المواد المتفاعلة والناتجة كلها ضمن حالة واحدة

1 ـ تفاعل غازي

$$\underset{(g)}{N_2O_4} \rightleftharpoons \underset{(g)}{2NO_2}$$

طور واحد وهو الطور الغازي

2 ـ تفاعل صلب

$$\underset{(s)}{Zn} + \underset{(s)}{S} \rightleftharpoons \underset{(s)}{ZnS}$$

طور واحد وهو الطور الصلب

التفاعلات الانعكاسية الغير المتجانسة Reversible in homogenous reaetions

وهي التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة بأطوار مختلفة علما ان جميع التفاعلات تجري في نظام مغلق ، كما في التفاعل ادناه

$$\underset{(s)}{CaCO_3} + \underset{(aq)}{2HCL} \rightleftharpoons \underset{(aq)}{CaCL_2} + \underset{(g)}{CO_2} + \underset{(\ell)}{H_2O}$$

صلب — محلول مائي — غاز — سائل

قانون فعل الكتلة

عند ثبوت درجة الحرارة فان السرعة التفاعل الكيميائي في إي اتجاه تتناسب طرديا مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلا منها مرفوع إلى أس يمثل عدد المولات الموضوعة إمام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة وعند تطبيق قانون فعل الكتلة للتفاعل ما ..... مثل

$$H_2 + I_2 \underset{K_b}{\overset{K_f}{\rightleftharpoons}} 2HI$$

سرعة التفاعل الأمامي Rf

$$R_f = k_f [H_2][I_2]$$

ثابت الأمامي

سرعة التفاعل الخلفي Rb

$$R_b = k_b [HI]^2$$

ثابت الخلفي

ثابت الاتزان (Equilibrium Constant)

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

(a,b,c,d) :- تمثل عدد المولات في معادلة التوازن وعند تطبيق قانون فعل الكتلة

$$R_f = K_f [A]^a [B]^b \quad ....(1)$$

$$R_b = K_b [C]^c [D]^d \quad ....(2)$$

وعند حصول الاتزان فان $R_f = R_b$ وبذلك

$$K_f [A]^a [B]^b = K_b [C]^c [D]^d$$

وبترتيب المعادلة يكون

$$\frac{K_f}{K_b} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

ان ناتج قسمة $\frac{K_f}{K_b}$ هو مقدار ثابت يعرف بثابت التوازن (K_{eq})

مثال 1-2

للتفاعل المتزن الاتي وجد ان ثابت تناسب سرعة التفاعل الامامي K_f يساوي 0.11 وثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b يساوي 0.05 . احسب ثابت الاتزان K_{eq} للتفاعل .

الحل

$$?K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} = \frac{0.11}{0.05} = 2.2 \qquad K_C , K_b \Rightarrow g$$

$aq \longrightarrow K_C$ وليس K_P

يمكن حذف تراكيز المواد الصلبة والسائلة من علاقة ثابت الاتزان (بسبب ان المواد الصلبة والسائلة النقية يبقى تركيزها ثابت مهما تغيرت كمياتها . حتى وان تغير الحجم فأن النسبة بين كمية هذه المواد الى الحجم ستبقى ثابتة) . نُعبر عنها بـ (1) فقط

تمرين 2-1

للتفاعل المتزن الاتي وجد ان ثابت تناسب سرعة التفاعل الامامي K_f يساوي 0.11 وثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b يساوي 0.05 . احسب ثابت الاتزان K_{eq} للتفاعل .

الحل

$$K_{eq} = \frac{?K_f}{K_b}$$

$$K_f = 4.24 \times 0.02$$

$$K_f = 0.0848$$

ثابت الاتزان (K_{eq})

يمثل النسبة بين سرعة التفاعل الأمامي وسرعة التفاعل الخلفي أو هو حاصل ضرب تراكيز **النواتج** عند الاتزان مرفوعة لأس يمثل عدد المولات في المعادلة المتوازنة مقسوما على حاصل ضرب تراكيز **المتفاعلات** عند الاتزان مرفوعة لأس يمثل عدد المولات في المعادلة المتوازنة وعند القيام بقياس التراكيز فأنها تقاس بالمولارية (M) إذا يرمز عندئذ إلى K_{eq} إلى (K_C) C مختصر لكلمة (concentration) اي ثابت التوازن بدلالة التراكيز المولارية

ثابت الاتزان قد يكون بدلالة الضغوط الجزئية بدلا من التراكيز المولارية عندئذ يعرف الثابت بـ K_P (P) مختصر لكلمة (Pressure)

ملاحظة مهمة جدا :- عند حساب ثابت الاتزان بدلالة التراكيز K_C يؤخذ الطور الغازي (g) والمحلول المائي (aq) وبدلالة الضغوط الجزئية K_P يجب إن يؤخذ الطور الغازي فقط وبالحالتين فان الطور السائل (ℓ) والصلب (s) لا يدخل في حسابات • K_C و K_P (انتبه موتتنسى)

سؤال خارجي اكتب ثوابت الاتزان للتفاعلات التالية بدلالة التراكيز المولارية :

الحل

(1) $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)} \Rightarrow K_C = \frac{[H_2]^1[Br_2]^1}{[HBr]^2}$

(2) $NO^-_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HNO_{2(aq)} + OH^-_{(aq)} \Rightarrow K_C = \frac{[HNO_2]^1[OH^-]^1}{[NO^-_2]^1}$

(3) $CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightleftharpoons CaCl_{2(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \Rightarrow K_C = \frac{[CO_2]^1}{[HCl]^1}$

سؤال خارجي اكتب ثوابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية للتفاعلات التالية Kp :

الحل

(1) $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \Rightarrow K_P = \frac{(PNH_3)^2}{(PH_2)^3(PN_2)^1}$

(2) $2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(s)} \Rightarrow K_P = \frac{1}{(PO_2)}$

تمرين 2-2 اكتب ثوابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية Kc وثوابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية Kp

(1) $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)} \Rightarrow K_C = \frac{[CO]^2[O_2]^1}{[CO_2]^2}, K_P = \frac{(PCO)^2(PO_2)^1}{(PCO_2)^2}$

(2) $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)} \Rightarrow K_C = \frac{[O_3]^2}{[O_2]^3}, K_P = \frac{(PO_3)^2}{(PO_2)^3}$

(3) $CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons COCl_{2(g)}$ واجب عليك

(4) $H_2O_{(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_{2(g)}$ هذه المادة صلبه لا تكتب في علاقتي Kc و Kp

(5) $2ZnS_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2ZnO_{(s)} + 2SO_{2(g)} \Rightarrow K_C = \frac{[SO_2]^2}{[O_2]^3}, K_P = \frac{(PSO_2)^2}{(PO_2)^3}$

(6) $C_6H_5COOH_{(aq)} \rightleftharpoons C_6H_5COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)} \Rightarrow K_C = \frac{[C_6H_5COOH^-]^1[H^+]^1}{[C_6H_5COOH]^1}$

ملاحظة هامة aq ليس لها P ⟸ لا تملك Kp بينما aq له ⟸ M

(7) $2NO_{2(g)} + 7H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 4H_2O_{(l)}$ واجب عليك

سؤال خارجي

جد قيمة (K_{eq}) للتفاعل الاتي

$$2CH_{4(g)} \rightleftharpoons C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$$

$[CH_4] = 0.02$ ، $[C_2H_2] = 0.05$ ، $[H_2] = 0.143$

اذا علمت ان التراكيز عند الاتزان هي :

الحل

تراكيز عند الاتزان تعوض مباشرة بـ (ثابت الاتزان)

$$K_C = \frac{[C_2H_2][H_2]^3}{[CH_4]^2} \Rightarrow K_C = \frac{(0.05)(0.143)^3}{(0.02)^2}$$

بدون وحدات

$$K_C = \frac{(0.05)(0.143 \times 0.143 \times 0.143)}{(0.02 \times 0.02)} \Rightarrow K_C = 0.37$$

مثال 2-3

في التفاعل الاتي $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ خلط 0.5 mol من H_2 و 0.5 mol من I_2 في وعاء حجمه لتر وبدرجة حرارة $430C^0$ وصل التفاعل الى حالة الاتزان وان ثابت الاتزان للتفاعل Kc يساوي 5.29 احسب تركيز مزيج الاتزان علما $\sqrt{5.29} = 2.3$

الحل

	$H_{2(g)}$	+ $I_{2(g)}$	$\rightleftharpoons$ $2HI_{(g)}$
التراكيز الأولية	0.5	0.5	0
التغير في التراكيز	$-X$	$-X$	$+2X$
التراكيز عند الاتزان	$0.5-X$	$0.5-X$	$2X$

$$5.29 = Kc = \frac{(2X)^2}{(0.5-X)^2} \quad \sqrt{\ }$$

$$2.3 = \frac{2X}{0.5-X}$$

$$2X = 1.15 - 2.3X$$

$$4.3X = 1.15$$

$$\because \ V = 1\ L$$

$$\therefore \ n = M$$

$$X = \frac{1.15}{4.3}$$

$$X = 0.267\ M$$

نعوض عن قيمة X في خط الاتزان

$$[H_2] = [I_2] = 0.5 - 0.267 = 0.233$$

$$[HI] = 2 \times 0.263$$

$$[HI] = 0.534\ M$$

تمرين 2-3 للتفاعل الاتي : $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$ وضع في إناء حجمه لتر واحد 0.4 mol من كل من H_2 و Br_2 ويدرجة حرارة $425\ C^0$ احسب تراكيز خليط الاتزان اذا علمت ان ثابت الاتزان لهذا التفاعل K_C يساوي 0.25

الحل

	H_2	+	Br_2	$\rightleftharpoons$	$2HBr$
التراكيز الأولية	0.4		0.4		0
التغير في التراكيز	$-x$		$-x$		$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$0.4-x$		$0.4-x$		$2x$

$$K_C = \frac{(2X)^2}{(0.4-X)^2} \qquad \sqrt{\ }$$

0.25

$$0.5 = \frac{2X}{0.4-X}$$

إذا تساوت أعداد المولات على طرفي المعادلة اعتبر ان الحجم = 1 لتر
المولات = التركيز المولاري .

$$2X = 0.20 - 0.5X$$

$$2.5\ X = 0.2$$

$$X = \frac{0.2}{2.5} = 0.08\ M$$

∴ التراكيز عند فقط الاتزان هي بـ

$$[H_2] = [Br_2] = 0.40 - 0.08$$

$$= 0.32\ M$$

$$[HBr] = 2 \times 0.08$$

$$= 0.16\ M$$

مثال 2-2

ادخل 0.625 mole من غاز N_2O_4 في وعاء سعته 5L فتفكك الغاز حسب التفاعل الاتي $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ وبدرجة حرارة معينة وعند وصول إلى حالة الاتزان وجدان تركيز N_2O_4 المتبقي = 0.025 mole/L احسب K_C لهذا التفاعل

الحل

١- يحسب ثابت التوازن بدلالة التراكيز المولارية إي لا يتم التعامل بوحدات المول حيث نحول عدد المولات الى التركيز المولاري وذلك بالقسمة على الحجم

$$M = \frac{0.625}{5} \Rightarrow 0.125\ mole/L$$

٢- يجب تحديد اتجاه التفاعل حيث في صيغة هذا السؤال لم يذكر تركيز المادة الناتجة NO_2 في بداية التفاعل إي إن تركيزها الابتدائي = صفرا وهذا يعني ان اتجاه التفاعل إمامي

٣- عندما يعطي تراكيز ابتدائية هذا يعني وجود ثلاثة خطوط في المعادلة الأصلية في الخط الأول توضع تراكيز ابتدائية والخط الثاني يتضمن قيمة (X) ويعني المستهلك من التفاعلات وبإشارة سالبة والمتكون من النواتج وبإشارة موجبة مع وضع عدد مولات المادة الموجود في المعادلة مع قيمة X أما الخط الثالث فانة يتضمن حالة الاتزان وهو المتبقي من المتفاعلات وحصيلة المتكون من النواتج

	$N_2O_{4(g)}$	$\rightleftharpoons$	$2NO_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.125		0
التغير فى التركيز	$-X$		$+2X$
عند الاتزان	0.025		0.2

المتبقي يمثل الاتزان ومن خلاله نستخرج قيمة X

عند الاتزان = الخط الثاني – الخط الأول

$$0.125 - X = 0.025$$

$$X = 0.125 - 0.025$$

$$X = 0.100$$

$$X = 0.1\ \ mole/L$$

$$[NO_2] = 2X \Rightarrow 2 \times 0.1$$

المتكون من الناتج $= 0.2\ \ mole/L$

$$K_C = \frac{(0.2)^2}{(0.025)}$$

$$K_C = \frac{0.040}{0.025}$$

$$K_C = \frac{40}{25}$$

$$K_C = 1.6$$

(40 ÷ 25 = 1.6 ؛ 25 ، 150 ، 150)

تمرين 2-5

في التفاعل الغازي الاتي $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ وضعت مولات مختلفة من N_2 , H_2 في اناء سعته لتر وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد ان ما استهلك من $H_2 = 0.3$ mole وما تبقى من $N_2 = 0.2$ mole ما عدد مولات N_2 , H_2 قبل التفاعل علما ان ثابت الاتزان =200 ؟

الحل

1- ∵ الحجم واحد لتر

إذن $M = \frac{0.3 \text{ mole}}{1 \text{ L}}$

$M = 0.3$ mole / L

2- التراكيز الابتدائية مجهولة لذلك يتم فرضها وهي مختلفة H_2 نفرضها (y) وN_2 نفرضها (Z) ولم يذكر NH_3 لذلك = صفرا لأنها مادة ناتجة في بداية التفاعل تركيزها = صفرا حيث اتجاه التفاعل امامي اي ان قيمة (X) بالسالب للمتفاعلات وبالموجب للنواتج وهذا يمثل الخط الثاني

3- الخط الثالث هو خط الاتزان حيث ان المتبقي من N_2 =0.2 ما ذكر في السؤال ومن خلال قيمة استهلاك H_2 نستخرج قيمة X

اعتقد ..... اذا استخرجت قيمة X انحلت الازمة لان من خلالها نستخرج القيم للمواد عند الاتزان

4 ـ نستخرج قيمة (Z) لان X معلومة

5- نبحث عن ايجاد قيمة Y بعد تثبيت قيمة H_2 عند الاتزان

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]}$$

نعوض التراكيز عند الاتزان أي الخط الثالث

$$200 = \frac{(0.2)^{2}}{(y-0.3)^3(0.2)}$$

$$\frac{200}{1} = \frac{(0.2)}{(y-0.3)^3}$$

$$0.2 = 200(y-0.3)^3$$

$$(y-0.3)^3 = \frac{0.2}{2000} = 0.001$$

$$(y-0.3)^3 = 0.001 \quad \sqrt[3]{\ }$$

$$(y-0.3) = 0.1$$

$$y = 0.1 + 0.3$$

$$y = 0.4 \text{ mole / L}$$

	$3H_2$	$+ N_2$	$\rightleftharpoons 2NH_3$
التراكيز الابتدائية	y	Z	0
قيمة التغير	$-3X$	$-X$	$+2X$
عند الاتزان	$y-0.3$	0.2	0.2

استخراج قيمة X من معلومات استهلاك H_2

$3X = 0.3$

$X = \frac{0.3}{3}$

$X = 0.1$ mole/L

الاتزان = التغير - الابتدائي

$Z - X = 0.2$

$Z - 0.1 = 0.2$

$Z = 0.2 + 0.1$

$Z = 0.3$ mole/L

الاتزان = التغير - الابتدائي

$y - 3X =$ الاتزان

$y - 3 \times 0.1$

$y - 0.3 =$ الاتزان

تمرين 2-4

وضع في إناء حجمه لتر 0.8 mole من غاز CO_2 وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل إلى حالة الاتزان وجد أن نصف كمية الغاز قد تفككت . احسب K_C

$$2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$$

الحل

أن العبارات التالية :- المستهلك ، المتفكك ، المتحلل ، المتفاعل ، انخفاض ، نفاذ ، التناقص ، كلها تعني استهلاك للمواد المتفاعلة أي أن قيمة X بالسالب وهذا يعني اتجاه التفاعل إمامي .

نستخرج قيمة X من معلومات تفكك CO_2

$$[CO_2] = 0.8 \times \frac{1}{2}$$

$$= 0.4 \quad M \quad \text{المتفكك}$$

أي أن نصف منها استهلك ونصف منها متبقي عند الاتزان

$$2X = 0.4$$

$$X = \frac{0.4}{2} = 0.2$$

	$2CO_{2(g)}$	$\rightleftharpoons 2CO_{(g)}$	$+ O_{2(g)}$
الابتدائي	0.8	0	0
التغيير	-2X	+2X	+X
الاتزان	0.4	0.4	0.2

نعوض هذه التراكيز بعلاقة ثابت الاتزان

$$K_C = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2}$$

$$K_C = \frac{(0.4)^2(0.2)}{(0.4)^2} \Rightarrow K_C = 0.2$$

واجب

التفاعل الغازي $3A \rightleftharpoons 2B + C$ تم في إناء حجمه لتر واحد وضع فيه 2.8 mole من A مع 0.8 mole من C وعند بلوغ التوازن استهلك من A 2.4 mole جد قيمة K_C الحل = 64

سؤال خارجي

التفاعل الغازي $A + 2B \rightleftharpoons 3C$ تم في إناء حجمه لتر واحد وضع فيه mole 0.1 من A مع mole 0.2 من B مع 1.3 mole من C وعند بلوغ التوازن أصبح عدد مولات C= mole 0.1 جد قيمة K_C للتفاعل

الحل

لا تتعجب (i) لو إن المادة الناتجة لها تركيز قبل التفاعل لان التفاعل يحتمل الاتجاهين حيث هنا اتجاه التفاعل خلفي من خلال النقص الحاصل في تركيز (C) حيث من معلومات (C) نستخرج قيمة X

$$1.3 - 3X = 0.1$$

$$3X = 1.3 - 0.1$$

$$3X = 1.2$$

$$X = \frac{1.2}{3} \Rightarrow 0.4 \ M$$ مولاري

يجب استخراج تراكيز المواد عند الاتزان من معرفة التراكيز الابتدائية لها وقيمة التغيير

$$[B] = 0.2 + 2X \Rightarrow 0.2 + 2 \times 0.4$$

$$= 0.2 + 0.8 \Rightarrow [B] = 1 \ M$$

$$[A] = 0.1 + X \Rightarrow 0.1 + 0.4$$

$$= 0.5 \ M$$

$$[C] = 0.1 \ M$$

عند الاتزان

A	+	2B ⇌ (خلفي)	3C
0.1		0.2	1.3
+X		+2X	-3X
0.5		1	0.1

عند الاتزان نعوضها في قيمة K_C

$$K_C = \frac{(0.1)^3}{(0.5)(1)^2}$$

$$K_C = \frac{0.001}{0.500}$$

$$K_C = \frac{1}{500}$$

$$K_C = 0.002$$

500	0.002
	1000
	1000
	00

واجب

التفاعل الغازي $2A + 2B \rightleftharpoons 3C$ تم أناء حجمه لتر واحد وضع في الإناء 3 mole من كل من A, B, C وعند بلوغ التوازن انخفض عدد مولات C بمقدار 1.5 mole جد قيمة K_C

الحل = $\frac{3.375}{256} = 0.013$

مثال (2- 4) للتفاعل الغازي الاتي : $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$ وفي وعاء مغلق حجمه لتر واحد وجد أن ضغط غاز SO_3 قبل تفككه يساوي 3 atm عند درجة حرارة معينه بلغ التفاعل حالة التوازن فوجد أن الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي 4 atm احسب K_P للتفاعل عند التوازن

الحل

	$2SO_3$	$\rightleftharpoons$	$2SO_2$	+	O_2
الضغوط الأولية	3		0		0
التغير في الضغوط	$-2X$		$+2X$		X
الضغوط عند الاتزان	$3-2X$		$2X$		X
	1		2		1

عند الاتزان :-

$$P_T = P_{SO_3} + P_{SO_2} + P_{O_2}$$

$$y = 3 - 2X + 2X + X$$

$$y = 3 + X$$

$$X = 1 \ atm$$

$$K_P = \frac{4}{1^2}$$

$$K_P = 4$$

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A.M.Z

سؤال 13-2

للتفاعل المتزن : $2A_{(g)} \rightleftharpoons A_{2(g)}$ وجد انه عند وضع مول من A_2 في إناء التفاعل حجمه لتر واحد عند (STP) يصل التفاعل حالة الاتزان فوجد انه يتحلل 1 % من A_2 . ما قيمة K_C للتفاعل وما تركيز A الذي يكون في حالة اتزان مع 0.01 M من A_2 وعند ظروف التفاعل نفسها

الحل

النسبة المئوية للتحلل او التفكك = $\frac{[\text{المتحلل X}]}{[\text{الابتدائي}]} \times 1000$

$\frac{1}{100} = \frac{[\text{المتحلل X}]}{[1]}$

$[\text{المتحلل}] = \frac{1}{100}$

$\therefore X = 0.01 \text{ M}$ المتحلل

عند الاتزان:

المتكون (الناتج) $[A] = 2X = 0.2 \text{ M}$

المتبقي (المتفاعل) $[A_2] = 1 - 0.01 = 0.99 \text{ M}$

$A_{2(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$ (امامي / عكسي)

	A_2	$2A$
الابتدائي	1M	0
التغيير	-X	+2X (2×0.01)
الاتزان	0.99	0.02

$K_C = \frac{(0.02)^2}{0.99}$

$K_C = \frac{0.0004}{0.9900}$

9900	0.0004
	40000
	36900
	400 يهمل

$K_C = 4 \times 10^{-4}$

إما تركيز A عند الاتزان مع 0.01 mole من A_2 نفرض تركيزه Y=

$A_2 \rightleftharpoons 2A \Rightarrow K_C = \frac{(y)^2}{0.01}$ (0.01 , y)

$4 \times 10^{-4} = \frac{y^2}{0.01} \Rightarrow y^2 = 4 \times 10^{-6}$ $\sqrt{\ }$

$y = 2 \times 10^{-3} \Rightarrow 0.002 \text{ M}$

واجب

في وعاء حجمه لتر واحد وضع مول واحد من غاز NO_2 بدرجة حرارة معينة وجد ان 40% من الغاز قد تفكك عند وصوله لحالة الاتزان وحسب التفاعل التالي $2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$ احسب ثابت الاتزان K_C للتفاعل ؟ الناتج 0.09 تقريبا

سؤال 15-2

في التفاعل الغازي المتزن $PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons PCl_{5(g)}$ وجد إن ضغط PCl_3 الجزئي في الإناء المغلق ضعف ضغط (Cl_2) الجزئي وعند وصول التفاعل إلى موضع الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد إن ضغط Cl_2 يساوي $1\ atm$ فإذا علمت إن K_P للتفاعل يساوي $1/6$ فما هو ضغط غازي Cl_2 و PCl_3 في بداية التفاعل ؟

الحل

في هذا السؤال يحب الانتباه والتركيز في الإجابة

نفرض أن ضغط

$y = Cl_2$

$2y = PCl_3$

حيث ان مفتاح الحل هو

معلومة (ضغط Cl_2 عند الاتزان =1)

$\therefore Y - X = 1$

لذلك نفرض المعادلة بدلالة مجهول واحد

$y - x = 1$

$\therefore x = y - 1$

حيث عند الاتزان نستبدل **x** بـ $(y-1)$

$P_{Cl_5} = y - 1$

$Cl_2 = 1$

$P_{Cl_3} = 2y - (y-1)$

$P_{Cl_3} = 2y - y + 1$

$P_{Cl_3} = y + 1$ عند الاتزان

$$PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons PCl_{5(g)}$$

	PCl_3	Cl_2	PCl_5
الضغوط الابتدائية	2y	y	0
التغير في الضغوط	−x	−x	+x
الضغوط عند الاتزان	2y - x	1	X
	y + 1	1	y − 1

عند الاتزان تعوض K_P

$$K_P = \frac{(y-1)}{(y+1)(1)}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{(y-1)}{(y+1)(1)}$$

$$(y+1) = 6(y-1)$$

$$y + 1 = 6y - 6$$

$$6y - y = 1 + 6 \Rightarrow 5y = 7$$

$$y = \frac{7}{5} \Rightarrow y = 1.4$$

(قسمة: 7 ÷ 5 = 1.4 ؛ 5 ، 20 ، 20)

$Cl_3 = 1.4\ atm$

$PCl_3 = 2 \times 1.4 \Rightarrow 2.8\ atm$

العلاقة بين الطاقة الحرة $\triangle G$ وقيمة حاصل التفاعل Q

ثابت الغازات بوحدات الطاقة 8.314

$$\triangle G = \triangle G^0 + RT \, \ell n \, Q$$

- $\triangle G$: الطاقة الحرة الغير قياسية
- Q: حاصل التفاعل
- $\triangle G^0$: الطاقة الحرة القياسية
- T: $(C^0 + 273)K^0$

وعند الوصول إلى حالة الاتزان تكون قيمة $\triangle G = 0$ وتصبح العلاقة على الشكل التالي :-

$$\boxed{0} = \triangle G^0 + RT \, \ell n \, \boxed{K_{eq}}$$

- 0: لأنه في حالة الاتزان
- K_{eq}: استبدال حاصل التفاعل بثابت الاتزان

$$\triangle G^0 = -RT \, \ell n \, K_{eq}$$

نحتاجها دائما في الأسئلة ومن خلالها نجد K_{eq} أو $\triangle G^0$

ملاحظات

1- (K_{eq}) هو اي ثابت من الثوابت مثلا K_w, K_C, K_p .... (ثابت الضغوط/ ثابت التراكيز / ثابت تحلل الماء)

2- تعد هذه المعادلة من أهم المعادلات الثرنوداينمك لأنها تمكننا من معرفة التغيير في الطاقة الحرة القياسية $\triangle G^0$ من معرفة قيمة ثابت الاتزان K_{eq} والعكس صحيح

3- يجب ملاحظة توحيد الوحدات بين R مع $\triangle G^0$ بحيث إن كليهما يجب إن يعبر عنها بالجول لان قيمة R محسوبة بالجول وتعطى قيمة $\triangle G$ بكيلو جول لذلك يجب ضرب $\triangle G^0 \times 1000$

4- إن الرمز (ℓn) يعني اللوغاريتم الطبيعي للأساس (e) ويمكن إيجاد قيمة K_{eq} بأخذ عكس قيمة ℓn عند استخدام الحاسبة نضغط على (e^x)

العلاقة بين $\triangle G^0$ و K_{eq} حسب المعادلة $\triangle G^0 = -RT \, \ell n \, K_{eq}$

K_{eq}	$\ell n \, K_{eq}$	$\triangle G^0$	الملاحظات
اكبر >1	موجبة	سالبة	يجري التفاعل تلقائيا
$1 =$	0	0	التفاعل في حالة اتزان
اصغر <1	سالبة	موجبة	لا يجري التفاعل تلقائيا وإنما يحدث تلقائيا بالاتجاه الخلفي

مثال (2-5)

اذا علمت ان $\triangle G^0$ للتفاعل التالي $-104\ KJ$ = عند درجة حرارة $25\ C^0$ وضغط $1\ atm$ احسب ثابت الاتزان K_{eq} عند الظروف نفسها ؟

$$CCl_4 + H_2 \rightleftharpoons HCl + CHCl_3$$

الحل

دائما و لا داعي للتكرار ان $25\ C^0$ وضغط $1\ atm$ تعني ان الظروف قياسية (STP)

هنا لا نسى تحويل وحدات $\triangle G^0$ من الكيلو جول الى الجول وذلك بالضرب 1000 X

ان قيمة R كما قلنا تساوي بوحدات الطاقة 8.314 بينما قيمة R بوحدات المول هي 0.082 حيث ان R بوحدات المول لا نحتاجها هنا ....

قيمة T عند الظروف القياسية هي

$$T_K = 25 + 273 = 298$$

قيمة (RT) عند حسابها تساوي 2477.57 حفظ عند ضرب 8.314 X 298

$$\triangle G^0 = -RT\ \ell n\ K_{eq}$$

$$-104000 = -2477.57\ \ell n\ K_{eq}$$

$$\ell n\ K_{eq} = \frac{-104000}{-2477.57}$$

$$\ell n\ K_{eq} = 41.97$$

$$K_{eq} = \ell n^{-1} 41.97$$

$$K_{eq} = \boxed{1.7 \times 10^{18}}$$

هنا نتبع احد الاحتمالين

اما نضغط على الرقم 41.97 ثم نضغط على (e^X) عند استخدام الحاسبة اليدوية

أو يعطي معلومة في السؤال وهي

$$\ell n\ 1.7 \times 10^{18} = 41.97$$

ويجب عليك أن تحول ℓn لتصبح

$$\ell n^{-1} 41.97 = \boxed{1.7 \times 10^{18}}$$

وتعتبر قيمة كبيرة جدا حيث التفاعل شبه تام

تمرين (2-6)

احسب ثابت الاتزان K_P للتفاعل الاتي عند $25\ C^0$ وضغط 1 atm

$2H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$ اذا علمت ان الطاقة الحرة القياسية لتكوين الماء هي

$\Delta G_f^0\ H_2O = -237\ KJ/mole$ وبين هل يحدث تلقائيا في درجة $25\ C^0$

الحل

$\Delta G_r^0 = \sum \Delta G_f^0$ النواتج $- \sum \Delta G_f^0$ المتفاعلات

$\Delta G_r^0 = [2(0)+0] - [2(-237)]$

$\Delta G_r^0 = [0] - [-474]$

$\Delta G_r^0 = 474\ KJ/mole$

$\Delta G^0 = -RT\ \ell n\ K_P$

$474000 = -2477.57\ \ell n\ K_P$

$\ell n\ K_P = \frac{474000}{-2477.57} \Rightarrow -191.3$

$K_P = \ell n^{-1} - 191.3$

$K_P = 8\times10^{-84}$ وهذه القيمة صغيرة جدا وهذا يعني أن التفاعل لا يحدث تلقائيا

يعتبر هذا السؤال ربط بين الفصل الأول والثاني

هنا يجب إيجاد الطاقة الحرة القياسية من مجموع ΔG_f^0 للنواتج ـ ΔG_f^0 للمتفاعلات مع ملاحظة ان ΔG_f^0 للعنصر الحر = صفرا

نحول وحدات ΔG_r^0 من الكيلو جول الى الجول وذلك بالضرب x 1000

معلومة من السؤال

$\ell n\ 8\times10^{-84} = -191.3$

$\ell n^{-1} - 191.3 = 8\times10^{-84}$

سؤال 2-22

إذا علمت ثابت التأين للماء عند $25\ C^0$ وضغط 1 atm تساوي 1×10^{-14} احسب قيمة ΔG^0 للتأين $H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

الحل

$\Delta G^0 = -RT\ \ell n\ K_W$

$\Delta G^0 = -(8.314\times298)\ \ell n\ 1\times10^{-14}$

$\Delta G^0 = -2477.57 \times \ell n\ 1\times10^{-14}$

$\Delta G^0 = -2477.57 \times -14\ \ell n\ 10$ من خواص ℓn لان $\ell n\ 10 = 2.3$

$\Delta G^0 = -2477.57 \times -14 \times 2.3$

$\Delta G^0 = +7988\ J/mole$ تقريبا

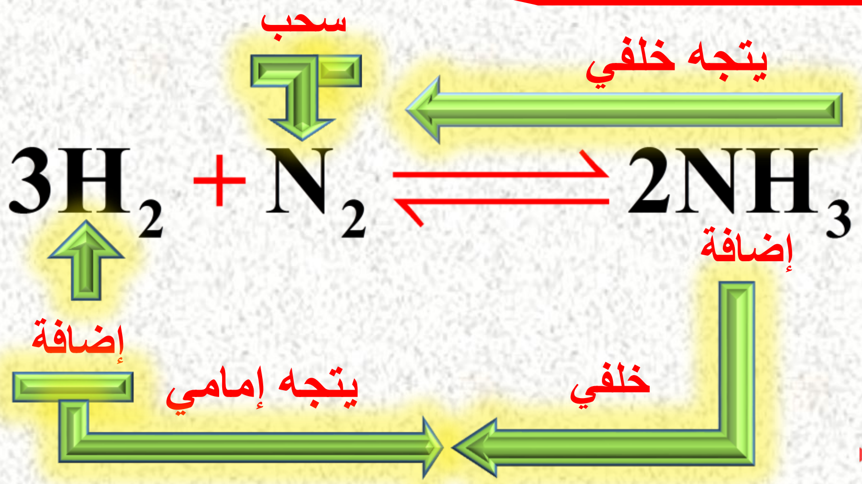
$\Delta G^0 = 79.8\ KJ/mole$ وذا أراد ΔG^0 بـ كليو جول نقسمها على 1000

قاعدة لي – شاتليه Le chate liers principle

إذا اثر مؤثر خارجي مثل تغير التراكيز أو الحجم أو الضغط أو درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة اتزان فان هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل إلى حالة اتزان جديدة ، ويشبه هذا المبدأ قانون نيوتن: لكل فعل رد فعل مساو له في القيمة ومعاكس له في الاتجاه .

العوامل المؤثرة على حالة الاتزان

أولا:- التغير في تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة



١- يتجه التفاعل نحو الأمام عند :-
أ- إضافة مواد متفاعلة
ب - سحب مواد ناتجة

٢- يتجه التفاعل نحو الخلف عند :-
أ- سحب مواد متفاعلة
ب- إضافة مواد ناتجة

وذلك حسب قاعدة لي شاتليه حيث عند **إضافة** مواد متفاعلة يختل التوازن بسب الإضافة الحاصلة وللتقليل من تلك الإضافة الحاصلة يتجه التفاعل نحو **الأمام** ولو تم **سحب** مواد متفاعلة مثل H_2 أو N_2 يختل التوازن ولتعويض النقص الحاصل فيها يتجه التفاعل نحو **الخلف** لعودة التفاعل إلى حالة الاتزان مرة أخرى . وكذلك عند إضافة مادة ناتجة وهي NH_3 أو سحب منها يحدث الأمر نفسه للعودة إلى حالة الاتزان مرة أخرى .

العوامل المؤثرة على حالة الاتزان

ثانيا :- تأثير الضغط او حجم اناء التفاعل على حالة الاتزان

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$$



حجوم كبيرة　　حجوم صغيرة

$$2+1 \rightleftharpoons 2$$

1 ـ بزيادة الضغط :- يتجه التفاعل من الحجوم الكبيرة إلى الحجوم الصغيرة أي يتجه نحو الإمام

2 ـ بتقليل الضغط :- يتجه التفاعل من الحجوم الصغيرة إلى الحجوم الكبيرة أي يتجه نحو الخلف

ملاحظات

1- بعض الأسئلة ترد بدون ذكر الضغط حيث يذكر الحجم وحسب قانون بويل أن الحجم يناسب عكسيا مع الضغط أي عندما يقول أن حجم الإناء قليل يقصد بذلك زيادة الضغط أما إذا قال حجم الإناء كبير يقصد به نقصان أو تقليل الضغط

2 ـ الانتباه ! على طور التفاعل يجب أن يكون غازي فقط لان الطور الصلب آو السائل لا يدخل في حسابات ثابت الاتزان وان تركيزه آو ضغطه لا يؤثر على حالة الاتزان

3 ـ تتم معرفة حساب الحجوم الكبيرة من الصغيرة بالعلاقة التالية

$$\Delta ng = \sum ng_{\text{للنواتج}} - \sum ng_{\text{للمتفاعلات}}$$ ← للطور الغازي فقط

4 ـ أن التغيير **بالتراكيز المولارية والضغوط** يؤثر على حالة الاتزان ولكنه لا يؤثر على قيمة ثابت الاتزان K_P , K_C

العوامل المؤثرة على حالة الاتزان

ثالثا :- تأثير درجة الحرارة

هنالك نوعين من التفاعلات الكيميائية

أ- باعثة للحرارة $\Delta H = -$

ب - ماصة للحرارة $\Delta H = +$

1- عند رفع درجة الحرارة أي (تسخين التفاعل) :- فان زيادة درجة الحرارة يتجه التفاعل نحو الماص للحرارة

2 - عند خفض درجة الحرارة أي (تبريد التفاعل) :- فان خفض درجة الحرارة يتجه التفاعل نحو الباعث للحرارة

ملاحظات

إن نوع التفاعل الذي يعطى في السؤال (باعث أو ماص) يعطي للأمامي فقط إما الخلفي فيكون عكس ذلك

مثال على ذلك التفاعل التالي : الماص للحرارة $H_2O_{(L)} \underset{باعث}{\overset{ماص}{\rightleftharpoons}} H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$

وهذا يعني ان الامامي ماص للحرارة اما الخلفي فيكون عكس ذلك أي باعث للحرارة

بعض الأحيان يرد في السؤال أناء التفاعل فيقول :-

أ- سُخن أناء التفاعل (إي ارتفعت درجة حرارته) :- هذا يعني أن التفاعل باعث للحرارة فيمتص الاناء الحرارة المنبعثة من التفاعل لذلك يسخن الاناء

ب-بُرد أناء التفاعل (إي انخفضت درجة حرارته) وهذا يعني أن التفاعل ماص للحرارة ..... حيث إن التفاعل امتص الحرارة من الإناء لذلك بُرد

قد تكون معرفة التفاعل باعث أم ماص من صيغة السؤال بحيث ترد بإشكال مختلفة فمثلا

١- إذا وردت كلمة (Energy) يعني الطاقة في المتفاعلات فان التفاعل ماص أما إذا وردت في النواتج فان التفاعل باعث للحرارة

٢- إذا كانت قيمة ΔH بالموجب فالتفاعل ماص وذا ΔH بالسالب فالتفاعل باعث للحرارة

إذا وردت في السؤال أناء التفاعل سُخن فان التفاعل باعث للحرارة إما إذا كان أناء التفاعل بُرد فان التفاعل ماص للحرارة ولا تنسى إذا حددت نوع التفاعل فهو يعطى هدية للاتجاه الأمامي حصرا اما الخلفي هو عكس الامامي

العوامل المؤثرة على حالة الاتزان

رابعا :- العامل المساعد

لا يؤثر العامل المساعد على حالة الاتزان في نظام التفاعل حيث يؤثر فقط على طاقة التنشيط فهو يعمل على زيادة سرعة التفاعلين الأمامي والخلفي بالدرجة نفسها او المقدار نفسه للوصول إلى حالة الاتزان .

العوامل المؤثرة على قيمة ثابت الاتزان

أولا :- تغير التراكيز لا تؤثر على قيمة ثابت الاتزان K_C أو K_P

ثانيا :- تعير الضغط لا تؤثر على قيمة ثابت الاتزان K_C أو K_P

حيث إن نسبة التراكيز أو الضغوط للنواتج على المتفاعلات عند الاتزان تبقى ثابتة

$$K_{eq} = \frac{[\text{النـــــواتج}]}{[\text{المتفـــــاعلات}]}$$

ثابتة

ثالثا :- تغير درجة الحرارة :- تؤثر على قيمة ثابت الاتزان بحيث

أ- تزاد قيمة K_{eq} عندما يتجه التفاعل نحو الإمام لان نسبة النواتج عند الاتجاه الأمامي تزداد وتقل المتفاعلات فتزداد قيمة K_{eq}

$$K_{eq} = \frac{[\text{نواتج أكثر}]}{[\text{متفاعلات اقل}]} \Rightarrow K_{eq}$$

كبيرة

ب - تقل قيمة K_{eq} عندما يتجه التفاعل نحو الخلف لان النسبة تكون معاكسة حيث تزداد المتفاعلات وهي (في المقام) وتقل النواتج وهي (في البسط) لذلك تقل قيمة K_{eq}

$$K_{eq} = \frac{[\text{نواتج اقل}]}{[\text{متفاعلات أكثر}]} \Rightarrow K_{eq}$$

صغيرة

أهمية قاعدة لي –شاتليه صناعيا :-

يتم تصنيع حامض الكبريتيك بطريقة التلامس صناعيا والتي تتضمن :-

1- احتراق الكبريت في الهواء عند درجة $1000C^0$ لتكوين غاز SO_2 :

$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$

2- تفاعل مزيد من الهواء بوجود خماسي أوكسيد الفناديوم V_2O_5 كعامل مساعد لتكوين ثلاثي اوكسيد الكبريت

$$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3 \qquad \Delta H = -197\ KJ/mol$$

3- امتصاص SO_3 بإضافة حامض الكبريتيك المركز لتكوين حامض الكبريتيك الداخن

$$SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2S_2O_7$$

4- إضافة الماء لتكوين حامض الكبريتيك بالتركيز المطلوب

$$H_2S_2O_{7(g)} + H_2O_{(L)} \longrightarrow 2H_2SO_{4(L)}$$

نلاحظ ان الخطوة الثانية هي تفاعل انعكاسي ولكي نعطى مزيد من الإنتاج أي ان إزاحة التفاعل نحو الامام (اليمين) حسب قاعدة لي – شاتليه يجب اتباع ما يلي : –

١- ادخال كميات هائلة من الهواء [زيادة المتفاعلات ليتجه نحو الامام]

٢- إزاحة SO_3 المتكون [لكي يتجه نحو الامام]

٣- تبريد التفاعل [لان التفاعل باعث للحرارة]

٤- زيادة الضغط [لكي يتجه نحو الامام أي من الحجوم الكبيرة (متفاعلات) الى الحجوم الصغيرة (النواتج)]

فان زيادة تراكيز المواد المتفاعلة يؤدي الى إزاحة الاتزان نحو اليمين أي زيادة تركيز SO_3 ، اما إزاحة SO_3 المتكون فلا يمكن استخدام الماء مباشرة لامتصاص SO_3 حيث عند خلطها يتكون ضباب من حامض الكبريتيك لا يمكن تكثيفه وتحويله الى سائل بسهولة كما ان الحامض الداخن المتكون يعتبر مصدرا خطيرا للتلوث لذا يضاف حامض الكبريتيك ثم الماء ، ولان هذا التفاعل باعث للحرارة فيجب تبريد التفاعل للحصول على مزيد من المنتج ، ولكن العامل المساعد لا يمكن الاستفادة منة اذا كانت درجات الحرارة منخفضة فيجب ان لا تقل عن $400\ C^0$ فتتم عملية التبريد بعملية ثلاثية او رباعية المراحل كما يجب استخدام ضغوط عالية طبقا لقاعدة لي–شاتليه لإزاحة التفاعل نحو اليمين (المولات الأقل) ولكن الضغوط العالية غير مجدية اقتصاديا هنا بطريقة التلامس يتم رفع الضغط الى الحد الذي يكفي لصنع الغازات حول محطة الإنتاج

سؤال خارجي

التفاعل المتزن الاتي $2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(s)}$

ΔH للتفاعل تساوي **-181 KJ** عند درجة حرارة **298K** و **K_P** للتفاعل تساوي **3.2×10^{20}**

بين هل قيمة **K_P** عند **500K** اكبر ام اقل من قيمتها عند **298K** للتفاعل نفسه

الحل

ان التفاعل باعث للحرارة فعند زيادة درجة الحرارة المؤثرة على التفاعل يتجه نحو اليسار وذلك للتخلص من الفائض في درجة الحرارة وبالتالي تقل تراكيز النواتج عند الاتزان وتزداد تراكيز المتفاعلات وبالتالي تقل قيمة **K_P** لهذا التفاعل بدرجة حرارة **500K**

سؤال خارجي

للتفاعل المتزن الاتي $2BrF_{5(g)} \rightleftharpoons Br_{2(g)} + 5F_{2(s)}$ **ΔH** للتفاعل تساوي **858 KJ** عند درجة **1000K** و **K_P** للتفاعل تساوي **7.4×10^{16}** بين هل قيمة **K_P** عند **1500K** للتفاعل اكبر ام اقل من قيمتها عند **1000K** للتفاعل نفسه .

الحل

من قيمة **ΔH** نعرف ان التفاعل ماص للحرارة وعند رفع دجة الحرارة على التفاعل فانه يتجه نحو اليمين وذلك للتخلص من الفائض في درجة الحرارة وبالتالي تزداد تراكيز النواتج عند الاتزان وتقل تراكيز المتفاعلات وبالتالي تزداد **K_P** لهذا التفاعل بدرجة حرارة **1500K**

تمرين (2-7)

ايثانوات الاثيل هي مذيب جيد يستخدم على سبيل المثال لإزالة طلاء الاظافر يحضر من إضافة حامض الخليك الى كحول الايثانول

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

اقترح بصفتك مهندس كيميائي لشركة كيميائية كيف بإمكانك زيادة المنتوج من ايثانوات بتغير التراكيز

الحل

اقترح بصفتي مهندس كيميائي ان شاء الله ... لزيادة المنتوج كل تفاعل يجري باتجاه الامام يؤدي الى زيادة المنتوج حيث :

١- إضافة مزيد من المتفاعلات (حامض الخليك و كحول الاثانول)

٢- سحب من النواتج (إيثانوات الاثيل)

تمرين 2-8

التفاعل المتزن الاتي :-

$$3O_{2(g)} \underset{\text{ب ا ع ث}}{\overset{\text{ما ص}}{\rightleftharpoons}} 2O_{3(g)} \quad \triangle H = 428 \ KJ/mole$$

ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان؟

الحل

ت	العوامل	تأثيرها على حالة الاتزان	تأثيرها على ثابت الاتزان K_{eq}
1	زيادة الضغط على التفاعل وذلك بإنقاص حجم الإناء	يتجه التفاعل من الحجوم الكبيرة(المتفاعلات) إلى الحجوم الصغيرة(النواتج) إي نحو الإمام	لا يتأثر بتغير الضغط
2	زيادة الضغط بإضافة مزيد من O_2 إلى النظام	يتجه نحو تقليل الإضافة الحاصلة من O_2 إي إمامي	لا يتأثر
3	خفض درجة الحرارة	يتجه نحو الباعث للحرارة إي خلفي لان الأمامي ماص	تقل قيمة K_{eq} لان اتجاه التفاعل خلفي تزاد المتفاعلات وتقل النواتج
4	إضافة عامل مساعد	لا تتأثر لأنه يعمل على زيادة السرعة للطرفين	لا يتأثر

تمرين 2-9

التفاعل $C_2H_4 + H_2 \underset{\text{ما ص}}{\overset{\text{ب ا ع ث}}{\rightleftharpoons}} C_2H_6 \boxed{+} 137$

صف عدد من الإجراءات التي تؤدي إلى الرفع كمية C_2H_6 الناتجة من التفاعل

الحل

كل إجراء يعمل على سير التفاعل نحو الإمام تزداد به كمية C_2H_6

١- تتم إضافة كل من C_2H_4 , H_2 وبشكل مستمر

٢- سحب من C_2H_6 وبشكل مستمر من خليط الاتزان .

٣- يجب تبريد التفاعل لان التفاعل الأمامي باعث للحرارة لان الطاقة في النواتج

٤- زيادة الضغط ليتجه التفاعل من الحجوم الكبيرة (المتفاعلات) إلى الحجوم الصغيرة (النواتج) أو تقليل الحجم (نفس المعنى)

٥- إضافة عامل مساعد للوصول إلى حالة الاتزان بسرعة اكبر .

سؤال واجب

تفاعل غازي له (سالبة = $\triangle ng$)اين ينحرف التفاعل لو تم زيادة حجم الإناء ؟

قوانين الفصل الثاني

أولا :

$$A \underset{Kb}{\overset{Kf}{\rightleftharpoons}} B$$

Kf امامي ، Kb خلفي

ثانيا :

$$Keq = \frac{Kf}{Kb}$$

Kf ← ثابت امامي

Kb ← ثابت خلفي

Keq : ثابت التوازن العام

	$A_{(g)}$	+	$2B_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$3C_{(g)}$
الضغوط الابتدائية	y		Z		0
حالة التغير	−X		−2X		+3X
عند الاتزان	(y − X)		(Z − 2X)		(3X)

نعوض قيمة الضغوط عند الاتزان

$$Kp = \frac{P_C^3}{P_A P_B^2}$$

ثابت بدلالة الضغوط

	$A_{(g)}$	+	$2B_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$3C_{(g)}$
التراكيز الابتدائية	y		Z		0
قيمة التغير	−X		−2X		+3X
حالة الاتزان	(y − X)		(Z − 2X		(3X)

نعوض في حالة الاتزان التراكيز

$$Kc = \frac{[C]^3}{[A][B]^2}$$

ثابت بدلالة التراكيز

ثالثا :

وبالحالتين يؤخذ الطور الغازي فقط بلا سائل ولا صلب

رابعا :

$$\Delta G^0 = - R \; T \; \ell n \; K_{eq}$$

الطاقة الحرة القياسية بوحدات الجول فقط

R = 8.314 J/mol ، T = 298 K

K_{eq} ← احد الثوابت Kc او Kp او Kw ....

$$A + 2B \rightleftharpoons 3C$$

حالة الاتزان :- قد تتأثر اذا حدث مؤثر خارجي فان التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير المؤثر ليصل الى حالة اتزان جديدة

المؤثرات

١ـ تغير التركيز
٢ـ تغير الضغط
٣ـ تغير درجة الحرارة فقط يؤثر على قيمة الثابت

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A.M.Z

حل أسئلة الفصل الثاني

سؤال 2-1 املأ الفراغات التالية بما يناسبها

الحل

1- في التفاعل المتزن الاتي $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 92\ KJ$ فان خفض درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة تراكيز المواد **الناتجة**

2 - إذا كانت K_C لنظام متزن عند $500\ C^0 = 2\times10^{-15}$ وقيمة $200\ C^0 = 4\times10^{-12}$ فان ذلك يدل على ان التفاعل **باعث** للحرارة

3- في التفاعل المتزن الاتي $CO_g + 2H_{2(g)} \underset{ماص}{\overset{باعث}{\rightleftharpoons}} CH_3OH_{(g)} + 127\ KJ$ عندما يضاف الهيدروجين إلى هذا النظام المتزن فان حرارة التفاعل **ترتفع**

4 - في التفاعلات الانعكاسية الباعثة للحرارة يزاح موضع الاتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة في التفاعل عند **رفع (زيادة)** درجة الحرارة

5 - في التفاعل المتزن $2CO_g \rightleftharpoons CO_{2(g)} + C_S$ فان **خفض (تقليل)** الضغط يزيد من استهلاك غاز CO_2

6 - في التفاعل المتزن $N_{2(g)} + O_{2(g)} + 180\ KJ \underset{باعث}{\overset{ماص}{\rightleftharpoons}} 2NO_{(g)}$ فان رفع درجة حرارة الإناء تفاعل يعمل على **زيادة** قيمة K_C للتفاعل

7 - التغير بـ **الضغط** لا يؤثر على حالة الاتزان للتفاعل المتزن الاتي
$N_{2(g)} + O_{2(g)} + 180\ KJ \underset{باعث}{\overset{ماص}{\rightleftharpoons}} 2NO_{(g)}$

8 - التفاعل المتزن $Cl_{2g} + H_{2g} \underset{ماص}{\overset{باعث}{\rightleftharpoons}} 2HCl_g +$ طاقة يمكن زيادة تركيز HCl الناتج عند **خفض (تقليل)** حرارة للتفاعل

9 - في التفاعل المتزن $2NO_{2g} \rightleftharpoons N_2O_{4g}$ وبدرجة حرارة معينة اذا كانت قيمة K_P للتفاعل =3 والضغط الجزيئي لغاز $NO_2 = 3\ atm$ فان الضغط الجزيئي لغاز $N_2O_4 =$ **3 atm**

10- في التفاعل المتزن الاتي $4NH_{3g} + 3O_{2g} \rightleftharpoons 2N_{2g} + 6H_2O_{\ell}$ بدرجة حرارة معينة وجد إن K_C للتفاعل $= 1\times10^{28}$ فهذا يدل على إن موضع الاتزان يقع في اتجاه تكوين لمواد ناتجة

11- عند زيادة الضغط الكلي على حالة الاتزان لتفاعل فيه عدد المولات للغازات المتفاعلة اصغر من عدد مولات الغازات الناتجة فان موضع الاتزان ينحرف باتجاه المتفاعلات(الخلفي)

12- العلاقة بين ثابت الاتزان K_C وتراكيز النواتج علاقة طرديه

13- تفاعل متزن اتزانه $K_C = 4$ فعند سحب النواتج من خليط الاتزان فان ثابت الاتزان لا يتأثر

14- يتراجع التفاعل الخلفي لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد إناء التفاعل

15- في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند زيادة درجة الحرارة

سؤال 2-2 اختر الجواب الصحيح :-

الحل

1 -التفاعل المتزن $CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)}$ يتم في وعاء مغلق فأن كمية CaCO3 تزداد عندما

أ -تزال كمية من غاز CO_2 من التفاعل عند الاتزان. ب -يزداد الضغط الكلي.

ج -تضاف كمية من CaO الى خليط الاتزان. د -كل الاجابات السابقة خاطئة.

2- للتفاعل المتزن: $2IF_{(g)} \rightleftharpoons I_{2(g)} + F_{2(g)}$ ثابت الاتزان Kc يساوي $1X10^6$ بدرجة حرارة 200 K فاذا كان الضغط الجزئي عند الاتزان atm 0.2 لغاز IF و $4\ x10^{-3}$ atm لغاز F^2 فأن الضغط الجزئي لغاز لـ I_2 يساوي

أ - $5\ X\ 10^4$ atm ب - $1\ X\ 10^{-5}$ atm

ج - $1X10^5$ atm د -كل الاجابات السابقة خاطئة.

اعداد مدرس الكيمياء الأستاذ حيدر يحيى علوان

سؤال 2-3

علل ما يلي

1- في التفاعل الافتراضي المتزن $A_g \rightleftharpoons B_g$ + طاقة لا تتغير حرارة إناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي

ج/ عند زيادة الضغط يتجه التفاعل المتزن الى مولات الاقل ولان هذا التفاعل عدد مولات النواتج = مولات المتفاعلات لذا لن يتأثر موضع الاتزان بزيادة الضغط وبهذا لن تتغير حرارة التفاعل حيث ان كمية الحرارة المفقودة = كمية الحرارة المكتسبة

2 ـ قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات غير الانعكاسية تكون كبيرة جدا ؟

ج / ثابت الاتزان يمثل النسبة بين تراكيز المواد الناتجة والمواد المتفاعلة عند الاتزان كل منها مرفوع إلى أس يمثل عدد مولاتها ولان التفاعلات غير انعكاسية حيث يكون إحدى تركيزها أو جميعها للمواد المتفاعلة = صفر لان استهلاكها تام لذا فالكمية الناتجة تكون كبيرة جدا لذا تكون قيمة ثابت الاتزان كبيرة جدا

3 ـ يعد التفاعل باعثا للحرارة اذا انخفضت قيمة K_C للتفاعل عند زيادة درجة حرارة التفاعل

ج/ بما ان قيمة K_C منخفضة تعني انخفض تركيز النواتج وزيادة تركيز المواد المتفاعلة وهذا يعني ان التفاعل اتجه نحو الخلف لذا نستنتج ان الخلفي هو ماص للحرارة والامامي هو باعث للحرارة لذا يعد التفاعل باعثا للحرارة

4 ـ قيمة K_C تزداد عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة

ج/ ـ عند رفع درجة الحرارة فالتفاعل يتجه نحو الماص للتقليل من الفائض بدرجة الحرارة أي سيتجه التفاعل نحو الإمام لذا تزداد النواتج ولان K_C قيمة تتناسب طرديا مع تراكيز النواتج لذا تزداد قيمة K_C

5 ـ تتوقف بعض المتفاعلات تماما بينما تظهر تفاعلات أخرى وكأنها متوقفة

ج/ التفاعلات التي تتوقف هي تفاعلات تامة ، لأنه يحدث استهلاك تام لأحد أو جميع المواد المتفاعلة إما التي تظهر وكأنها متوقفة فهي تفاعلات مستمرة باتجاهين إلى إن تصل إلى حالة الاتزان وتصبح التراكيز ثابتة

سؤال 2-4

عرف ما يلي **مهم جدا موجود في الملزمة**

1- قانون فعل الكتلة 2 ـ حالة الاتزان الكيميائي 3 ـ قاعدة لى شاتليه

سؤال 2-5

للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ كيف تتغير حالة الاتزان ولماذا ؟ 1 ـ عند زيادة الضغط المسلط على التفاعل المتزن 2 ـ رفع درجة حرارة اناء التفاعل 3 ـ سحب غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان

العوامل	تأثيرها على حالة الاتزان	السبب
1 ـ زيادة الضغط على التفاعل المتزن	يتجه التفاعل نحو الامام أي (من الحجوم الكبيرة الى الصغيرة)	عند زيادة الضغط دائما يتجه التفاعل من الحجوم الأكبر الى الأقل أي نحو الامام
2 ـ رفع درجة حراة اناء التفاعل	يتجه نحو الخلف أي بالاتجاه الماص للحرارة	عند تسخين التفاعل دائما يتجه نحو الماص (الخلفي) لأنه الامامي باعث من صيغة السؤال
3 ـ سحب غاز N_2O_4 المتكون	يتجه التفاعل نحو الامام	دائما عند سحب مادة يتجه التفاعل نحو تلك المادة لتعويض النقص الحاصل فيها حسب قاعدة ليه – شاتليه

سؤال 2-6

التفاعل الغازي المتزن الاتي $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي 92.5 kJ/mole ما تأثير كل من العوامل الآتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان:

1 ـ خفض درجة الحرارة. 2 ـ اضافة زيادة من Cl_2 الى خليط الاتزان .

3 ـ سحب PCl_3 من خليط الاتزان. 4 ـ زيادة الضغط على خليط الاتزان. 5 ـ اضافة عامل مساعد.

العامل	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
1 – خفض الحرارة درجة	ينزاح باتجاه التفاعل الباعث للحرارة اي نحو الخلف	تقل قيمته
2 – إضافة زيادة من Cl_2 الى خليط التوازن	يزداد تركيز النواتج لذا يتخلص التفاعل من الفائض بتحويل قسم من النواتج الى متفاعلات لذا ينزاح نحو الخلف	لا تتأثر قيمته
3 – سحب PCL_3 من خليط الاتزان	تقل تراكيز النواتج لذا قسم من PCL_5 بتفككك لتعويض هذا النقص لذا ينزاح التفاعل نحو الامام.	لا تتأثر قيمته
4 ـ زيادة الضغط على خليط الاتزان	ينزاح التفاعل نحو المولات الاقل لذا ينزاح نحو الخلف.	لا تتأثر قيمته
5 – إضافة عامل مساعد	يصل التفاعل بزمن اقل الى حالة الاتزان ولكن موضع الاتزان لا يتأثر.	لا تتأثر قيمته

سؤال 7-2

التفاعل المتزن الأتي $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ انثالبي التفاعل يساوي 198.2 − ماذا يحدث لتراكيز SO_3 , O_2 , SO_2 عند الاتزان بعد :-

1 - زيادة درجة حرارة التفاعل
2 - تقليل الضغط المسلط على التفاعل
3 - زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان
4 - إضافة عامل مساعد

ت	العامل	$[SO_2]$	$[O_2]$	$[SO_3]$
١	زيادة درجة الحرارة	يزداد تركيزه	يزداد تركيزه	يقل تركيزه
٢	خفض الضغط	يزداد تركيزه	يزداد تركيزه	يقل تركيزه
٣	زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان	يقل تركيزه بعد الزيادة	يقل تركيزه	يزداد تركيزه
٤	إضافة عامل مساعد	لا يتأثر	لا يتأثر	لا يتأثر

سؤال خارجي

هل يؤدي دائما رفع درجة حرارة اي تفاعل في حالة اتزان الى زيادة تركيز النواتج ؟ اذا كانت إجابتك بالنفي فما التفاعلات التي تؤدي او لا تؤدي زيادة النواتج ؟ بين ذلك مع ذكر الأمثلة

الحل

لا يؤدي رفع درجة اي تفاعل في حالة اتزان الى زيادة في تراكيز النواتج ومن أمثلة ذالك

1 - التفاعلات التي تؤدي رفع درجة الحرارة الى زيادة تراكيز النواتج هي تفاعلات التي قيمة انثالبي التفاعل لها موجبة $(\Delta H = +)$ حيث تستخدم المتفاعلات الحرارة الفائضة لغرض تكوين النواتج فيزداد تركيز المواد الناتجة

2 - التفاعلات التي لا تؤدي إلى رفع درجة الحرارة الى زيادة النواتج هي التفاعلات التي قيمة انثالبي التفاعل لها سالبة $(\Delta H = -)$ حيث تستخدم النواتج الحرارة الفائضة لغرض تكوين المتفاعلات فيقل تركيز المواد الناتجة

سؤال 8-2

للتفاعل المتزن الباعث للحرارة $2PbS_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2PbO_{(S)} + 2SO_{2(g)}$

وضح تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان

1 - خفض الضغط المسلط على التفاعل
2 - تبريد اناء التفاعل

العوامل	تأثيرها على حالة الاتزان	تأثيرها على قيمة ثابت الاتزان
1 - خفض الضغط المسلط على التفاعل	يتجه التفاعل من الحجوم الصغيرة وهي في النواتج $2SO_2$ فقط الى الحجوم الكبيرة وهي $3O_2$ أي خلفي نحو المتفاعلات	لا يتأثر عند خفض الضغط
2 - تبريد اناء التفاعل	يتجه التفاعل عند خفض درجة الحرارة نحو الباعث وهو الامامي في صيغة السؤال	تزداد قيمة ثابت الاتزان حيث تزداد النواتج وتقل المتفاعلات لان الاتجاه التفاعل هو امامي

سؤال خارجي

التفاعل الماص للحرارة يجري في إناء مغلق $CaCO_{3(S)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + CaO_{(S)}$

ماذا يحدث للتفاعل المتزن عند الاتي :-

1 – تقيل حجم الإناء 2 – إضافة مزيد من CaO لخيط الاتزان

3 – سحب جزء من CaO_3 من خليط الاتزان 4 – إضافة مزيد من CO_2 5 – زيادة درجة الحرارة

ت	العامل	حالة الاتزان
١	تقيل حجم الإناء	ينزاح التفاعل باتجاه المولات الأقل إي بالاتجاه الخلفي
٢	إضافة مزيد من CaO لخيط الاتزان	لا يؤثر حالة الاتزان لأنها مادة صلبة
٣	سحب جزء من CaO_3 من خليط الاتزان	لا يؤثر على حالة الاتزان لأنها مادة صلبة أيضا
٤	إضافة مزيد من CO_2	ينزاح التفاعل باتجاه المتفاعلات لتقليل من الإضافة الحاصلة أي (خلفي)
٥	زيادة درجة الحرارة	يتم التخلص من الفائض بدرجة الحرارة حيث ينزاح باتجاه الماص إي بالاتجاه الأمامي

سؤال 2-9

عند تسخين غاز NOCl النقي إلى درجة حرارة $240\ C^0$ في إناء مغلق حجمه لتر يتحلل حسب المعادلة $2NOCl_g \rightleftharpoons 2NO_g + Cl_{2g}$ وعند وصول التفاعل إلى حالة الاتزان وجد إن الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي 1 atm والضغط الجزيئي لغاز NOCl يساوي 0.64 atm احسب :- 1 ـ الضغوط الجزيئية لكل من غازي NO, Cl_2 عند الاتزان ؟ 2 ـ ثابت الاتزان K_P للتفاعل عند درجة الحرارة نفسها ؟

الحل

نفرض ان ضغط غاز NOCl الابتدائي = y

وان ضغوط النواتج الابتدائية =0

وبهذا يكون اتجاه التفاعل إمامي

نستفاد من معلومة إن الضغط الكلي لخليط الاتزان =1 atm

	$2NOCl_g$	$\rightleftharpoons$	$2NO_g$	+	$Cl_{2\,g}$
الضغوط الابتدائية	y		0		0
التغيير في الضغوط	$-2X$		$+2X$		$+X$
الضغوط عند الاتزان	0.64		$+2X$		X

$$P_T = 0.64 + 2X + X \Rightarrow 1 = 0.64 + 3X$$

$$3X = 1 - 0.64 \Rightarrow X = \frac{0.36}{3} \Rightarrow 0.12$$

الضغط الجزيئي لغاز Cl_2 = 0.12 atm عند الاتزان الضغط الجزيئي لغاز NO = 0.24 atm عند الاتزان

$$K_P = \frac{P_{NO}^2 \times P_{Cl_2}}{P_{NOCl}^2} \Rightarrow \frac{(0.24)^2 \times (0.12)}{(0.64)^2} \Rightarrow K_P = 16.9 \times 10^{-3}$$

سؤال 2-10

التفاعل الأتي يجري بدون عامل مساعد $N_2O_{4g} \rightleftharpoons 2NO_{2g}$ وعند وصول التفاعل إلى حالة الاتزان وجد إن الضغوط الجزئية $P_{NO_2} = 1.56\ atm$ و $P_{N_2O_4} = 0.377\ atm$ عند درجة حرارة $100\ C^0$ احسب **1-** K_P للتفاعل **2 -** ماذا يحدث للضغوط الجزئية للغازات في خليط الاتزان بعد إضافة العامل المساعد .

الحل

1 -

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$

$$0.377 \qquad\qquad 1.56$$

عند الاتزان

$$K_P = \frac{P^2_{NO_2}}{P_{N_2O_4}} \Rightarrow K_P = \frac{(1.56)^2}{(0.377)} \Rightarrow K_P = 6.46$$

2 - عند إضافة العامل فان الضغوط الجزئية للغازات لا تتأثر . لان العامل المساعد يقلل فقط من زمن الوصول التفاعل إلى حالة الاتزان

سؤال 2-11

للتفاعل المتزن $A \rightleftharpoons 2B$ كانت تراكيز الاتزان للمواد كما في تجارب الجدول الاتي:-

احسب K_C للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة ثم بين هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة

C^0	B mol / L	A mol / L	
200	0.8	0.01	1
300	0.7	0.1	2

الحل

$$1-\ K_C = \frac{[B]^2}{[A]} \Rightarrow K_C = \frac{(0.8)^2}{(0.01)} \Rightarrow K_C = \frac{0.64}{0.01} \Rightarrow K_C = 64 \Rightarrow 200\ C^0$$

$$2-\ K_C = \frac{[B]^2}{[A]} \Rightarrow K_C = \frac{(0.7)^2}{(0.10)} \Rightarrow K_C = \frac{0.49}{0.10} \Rightarrow K_C = 4.9 \Rightarrow 300\ C^0$$

التفاعل باعث للحرارة وذلك بسب :-

١- ان قيمة K_C كلما ارتفت درجة الحرارة من 200 الى 300 انخفضت قيمة الثابت أي ان التفاعل انزاح بالاتجاه الخلفي وبما ان ارتفاع درجة الحرارة سوف ينزاح باتجاه الماص ... اذا التفاعل الخلفي ماص للحرارة لذلك نستنتج بان التفاعل الامامي باعث للحرارة

٢- نلاحظ من الجدول ان تراكيز المواد الناتجة كلما ازدادت درجة الحرارة انخفضت قيمتها وتركيز المواد المتفاعلة تزداد قيمتها اذا التفاعل ينزاح بالاتجاه الخلفي بزيادة درجة الحرارة أي ينزاح نحو الماص وبذلك يكون الامامي عكسي ذلك فهو باعث للحرارة .

سؤال 12-2

مهم جدا جدا في التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \rightleftharpoons 3C$ وفي اناء حجمه لتر وضع 3 mol من B مع مولات مختلفة من C,A وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان اناء التفاعل يحتوي على 6 mol من C وكذلك 6 mol من A . ما عدد مولات كل من A,C قبل بدء التفاعل علما ان $K_C = 1.5$

الحل

تريد بان السؤال ينحل من صيغته وهي 6 mol من A , C عند الاتزان وعندك K_C فان الباقي عندك هو قيمة B عند الاتزان تستطيع استخراجها من قانون K_C عند الاتزان نفرضها M عند الاتزان بعدما كان 3 mol فاذا ازداد عن 3 فان اتجاه التفاعل خلفي اما اذا نقص فان الاتجاه امامي

بعد ما استخرج قيمة M=4 يعني ان B قد ازداد من 3 الى 4 فهذا يعني اتجاه التفاعل خلفي

لا تنتظر ... استخراج قيمة X من معلومات B

$$3 + X = 4$$
$$\therefore \quad X = 4 - 3$$
$$X = 1$$

بعدها يكون من السهل استخراج Z , y

	2A	+ B	$\rightleftharpoons$ 3C
الابتدائية	Z	3	y
التغير			
عند الاتزان	6	M	6

$$K_C = \frac{\text{نواتج}}{\text{المتفاعلات}}$$

$$1.5 = \frac{(6)^3}{(6)^2 M}$$

$$M = \frac{60}{1.5} \Rightarrow M = 4$$

2A	+ B	$\rightleftharpoons$ 3C
Z	3	y
+2X	+X	−3X
6	4	6

$$Z + (2*1) = 6 \qquad y - 3X = 6$$
$$Z + 2 = 6 \qquad y - (3*X) = 6$$
$$Z = 6 - 2 \qquad y - 3 = 6$$
$$Z = 4 \qquad \therefore \quad y = 6 + 3 \Rightarrow 9$$

اعداد مدرس الكيمياء الأستاذ حيدر يحيى علوان

سؤال 14-2

للتفاعل المتزن $NiO_S + CO_g \rightleftharpoons Ni_S + CO_{2g}$ بدرجة حرارة $727\ C^0$ وصل التفاعل إلى حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO في الفرن = 304 Torr الضغط الكلي = 1 atm ما ثابت الاتزان K_P للتفاعل ؟ معلومة (1 atm = 760 Torr)

الحل

يجب ان يكون وحدة الضغط فقط بـ atm
لذلك نحول الضغط

$$\frac{304\ Torr}{760\ Torr/atm} = 0.4\ atm$$

$$NiO_{(S)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons Ni_{(S)} + CO_{2(g)}$$

0.4 $\quad$ P_{atm}

$$P_T = P_{CO} + P_{CO_2}$$

$$1 = 0.4 + P_{CO_2}$$

$$P_{CO_2} = 1 - 0.4$$

$$P_{CO_2} = \boxed{0.6}\ atm$$

$$K_P = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}}$$

$$K_P = \frac{0.6}{0.4} = \frac{3}{2}$$

سؤال 13 و 15

محلول في الملزمة راجع الفهرست

سؤال 2-16 صف أربع إجراءات تؤدي لرفع منتوج التفاعل الغازي المتزن الباعث للحرارة

$N_{2g} + 3H_{2g} \rightleftharpoons 2NH_{3g}$

الحل كل اجراء يعمل على زيادة الامونيا NH_3 نعمله (أي اجراء يتجه به التفاعل نحو الامام

1 تبريد التفاعل بالاتجاه الباعث وهو امامي 2 ـ زيادة الضغط يتجه المتفاعلات الكبيرة الى نواتج الصغيرة

3 ـ سحب من NH_3 4 ـ اضافه N_2 , H_2

سؤال 2-17 التفاعل المتزن $CO_{2g} + H_{2g} \rightleftharpoons CO_g + H_2O_g$ في أناء حجمه لتر تم خلط مولات متساوية من CO_2 و H_2 بدرجة حرارة 2000 K وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد أن عدد مولات الكلية لخليط الاتزان تساوي 3 mole ما تراكيز خليط الاتزان علما إن ثابت الاتزان $K_C = 4$

الحل

$CO_{2(g)}$	+	$H_{2(g)}$	$\rightleftharpoons$	$CO_{(g)}$	+	$H_2O_{(g)}$
y		y		0		0
-X		-X		+X		+X
y - X		y - X		X		X

$$n_T = n_{CO_2} + n_{H_2} + n_{CO} + n_{H_2O}$$

$$3 = (y - x) + (y - x) + X + X$$

$$3 = 2y - 2X + 2X$$

$$2y = 3 \qquad y = \frac{3}{2} \Rightarrow y = 1.5$$

$$4 = \frac{X^2}{(1.5 - X)^2}$$ بجذر الطرفين

$$\frac{2}{1} = \frac{X}{1.5 - X}$$

$$X = 2(1.5 - X)$$

$$X = 3 - 2X$$

$$3X = 3X$$

$$X = 1 \text{ mole}$$

$$[CO] = [H_2O] = 1 \text{ mole}$$

$$CO_2 = 0.5 \quad H_2 = 0.5$$

سؤال 18-2

وضع 4 g من غاز Hf في وعاء مغلق حجمه 2L عند درجة حرارة $27\ C^0$ وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الآتية $2Hf \rightleftharpoons H_2 + F_2$ فاذا كان K_P للتفاعل يساوي 1.21 ، احسب الضغط الجزيئي لغاز Hf عند الاتزان علما بان الكتلة المولية للغاز تساوي 20 g/mole

الحل

من الغرامات نجد عدد المولات

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n = \frac{4}{20} \Rightarrow 0.2\ mole$$

وبما أن معادلة التفاعل بدلالة الضغوط الجزيئية لذلك الحل الوحيد لتحويل عدد المولات إلى ضغط هو قانون الغاز المثالي الذي دُرس في الصف الرابع العلمي $Pv = nRT$

$$P \times 2 = 0.2(0.082 \times 300)$$

$$P = \frac{0.2 \times 24.6}{2} \Rightarrow P = \boxed{2.46}\ atm$$

$2Hf$	$\underset{\text{أمامي}}{\rightleftharpoons}$	H_2	+	F_2
2.46		0		0
-2X		+X		+X
2.46 - 2X		X		X

$$K_P = \frac{P_{H_2}\ P_{F_2}}{P^2_{Hf}} \Rightarrow 1.21 = \frac{X^2}{(2.46 - 2X)^2}$$

$$\frac{1.1}{1} = \frac{(X)}{2.46 - 2X}$$

$$X = 1.1(2.46 - 2X)$$

$$X = 2.7 - 2.2X$$

$$X + 2.2X = 2.7 \Rightarrow 3.2X = 2.7$$

$$X = \frac{2.7}{3.2}$$

$$X = 0.85$$

الضغط الجزيئي لغاز Hf =

$$2.46 - 2X$$

$$2.46 - 2 \times 0.85 \Rightarrow \boxed{0.76}\ atm$$

سؤال 2-19

اذا كانت درجة تفكك مول واحد من N_2O_4 إلى NO_2 هي 20% عند درجة حرارة $27\ C^0$ وضغط 1 atm في إناء حجمه لتر ، احسب قيمة K_P للتفاعل (معلومة درجة التفكك تساوي الجزء إلى الكل مضروبا 100)

الحل

نعمل عل صياغة المعادلة الكيميائية موزونة ومضبوطة في الشكل حسب صيغة السؤال

N_2O_4 إلى NO_2

$$\text{درجة التفكك} = \frac{[\text{المتفكك}]}{[\text{الابتدائي}]} \times 100$$

$$\frac{[X]}{1} = \frac{20}{100}$$

$X = \boxed{0.2}$ المتفككة

$[NO_2] = 2X = 2 \times 0.2 = \boxed{0.4}$

$[N_2O_4] = 1 - 0.2 = \boxed{0.8}$

N_2O_4	$\underset{\text{خلفي}}{\overset{\text{امامي}}{\rightleftharpoons}}$	NO_2
1		0
-X		+2X
0.8		0.4

$$K_C = \frac{(0.4)^2}{(0.8)}$$

$$K_C = \frac{0.16}{0.80}$$

$$K_C = 0.2$$

سؤال 2-20

في إناء مغلق حجمه لتر واحد اجري التفاعل التالي $H_{2(g)} + I_{2(g)} \underset{K_b}{\overset{K_f}{\rightleftharpoons}} 2HI_{(g)}$ عن $490\ C^0$ كان ثابت سرعة التفاعل الأمامي $K_f = 0.6256$ وثابت سرعة التفاعل الخلفي $K_b = 0.0136$ وان ثابت الاتزان للتفاعل بدرجة 872 K يساوي 59 بين كيف يتأثر عدد مولات HI عند الاتزان بما يأتي من الإجراءات ؟ أ– إضافة مزيد من H_2 ب- انخفاض درجة الحرارة جـ – إزاحة بعض من I_2

الحل

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} \Rightarrow \frac{0.6256}{0.0136} \Rightarrow K_{eq} = \boxed{46}$$

$$K_{eq} = 46 \Rightarrow 490 + 273 = \boxed{763\ K}$$

$$K_{eq} = 59 \Rightarrow \boxed{872\ K}$$

حيث إن قيمة ثابت الاتزان ازداد بزيادة درجة الحرارة وهذا يعيني إن التفاعل قيمته ازدادت عند تسخين التفاعل ومن هذا نستنتج إن التفاعل انزاح نحو الإمام عند التسخين بسبب ازدياد قيمة(Kp) ونحن نعلم إن التفاعل عند التسخين يتجه نحو الماص إذا الأمامي ماص والخلفي باعث للحرارة .

أ – عند إضافة مزيد من H_2 ستزداد المتفاعلات وللتخلص من الزيادة الحاصلة يتجه التفاعل نحو النواتج من هذا نستنتج انه ستزداد عدد مولات HI

ب- انخفاض درجة الحرارة يعمل على انحراف التفاعل بالاتجاه الباعث للحرارة وهو الخلفي لان الامامي ماص بسبب زيادة الثابت K_{eq} بزيادة درجة الحرارة وبذلك تقل عدد مولات HI

ج – تقل عدد مولات HI بسب إزاحة التفاعل باتجاه الخلفي لتعويض النقص الحاصل من I_2 المزاحة

سؤال 2-21

للتفاعل المتزن الاتي $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ وجد ان خليط الاتزان بدرجة حرارة $25\ C^0$ يحتوي على $[SO_3] = 0.008\ mol/L$ و $[SO_2] = 0.02\ mol/L$ و $[O_2] = 0.01\ mol/L$ وعند تبريد التفاعل الى $10\ C^0$ وجد ان K_C يساوي 4 بين هل التفاعل باعث ام ماص للحرارة.

الحل

$$K_C = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2\,[O_2]}$$

$$K_C = \frac{[0.008]^2}{[0.02]^2[0.01]}$$

$$K_C = 16$$

نلاحظ انه بعد تبريد التفاعل ان قيمة K_C أصبحت 4 اي ان قيمته قلت .اذن اتجه التفاعل نحو الخلف وبما اننا نعلم عند تبريد التفاعل فأنه يتجه نحو الباعث، اي ان الخلفي باعث والامامي ماص لذا نستنتج أن التفاعل ماص للحرارة.

سؤال 2-22

محلول في الملزمة راجع الفهرست

تم بعونه تعالى

مساعد الطالب في مادة الكيمياء للصف السادس الأحيائي

خاص وحصري لرحلة التفوق في السادس

إعداد الأستاذ المبدع

حيدر يحيى علوان



لمتابعتنا على مواقع التواصل الأجتماعي

رحلة التفوق في السادس @rt_edu

رحلة التفوق في السادس @A_M_Z_F